

# 道路桥梁工程质量控制及施工技术优化措施

徐 强

(安徽开源路桥有限责任公司, 安徽 合肥 230000)

**摘 要** 以道路桥梁工程为研究对象,就目前工程质量控制和施工技术中存在的问题展开分析,对工程质量控制要点和施工工艺优化途径进行探讨。本文详细阐述了施工准备、施工过程和验收阶段的质量控制要点,并结合实际工程案例对路基、路面、桥梁基础和上部结构等施工工艺的优化方法进行分析验证。研究表明,通过严控质量控制过程和合理的施工工艺优化,能有效地提高道路桥梁工程的建设质量,延长其服役年限,为交通基础设施建设提供可靠的技术保障。

**关键词** 道路桥梁工程;质量控制;路基施工技术;路面施工技术;桥梁基础施工技术

中图分类号:U445

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.23.018

## 0 引言

道路和桥梁是交通基础设施中不可或缺的一部分,对促进区域经济交流和社会发展起着至关重要的作用。随着我国交通运输事业的不断发展,道路桥梁工程建设规模越来越大,对工程质量的要求也越来越高。高质量的道路桥梁工程,不仅能保证交通安全畅通,而且能减少后期养护费用,提高经济效益和社会效益。但是,由于受多种因素的影响,道路桥梁工程经常出现质量问题,施工工艺还有待完善。因此,对道路桥梁施工质量控制和施工工艺优化进行深入研究十分必要。

## 1 道路与桥梁工程质量控制及施工技术现状与问题分析

### 1.1 质量控制现状与问题

目前,我国在道路桥梁工程质量控制方面虽已有一系列规范、标准,但在实施过程中还存在许多问题。一些施工单位的质量意识不强,片面追求经济利益而忽略质量控制,存在着偷工减料、违规施工的现象。质量监督制度不健全,监督力度不够,存在监督漏洞,不能及时发现并纠正质量问题。另外,施工过程中对原材料的质量控制不严,一些不合格的原材料进入施工现场,对工程质量产生的影响<sup>[1]</sup>。

### 1.2 施工技术现状与问题

从施工工艺上看,我国道路桥梁工程建设虽然已取得一些进展,但是与世界先进水平还有很大的差距。部分施工单位缺乏技术创新能力,仍沿用传统、落后的施工工艺,施工效率不高,已不能适应现代化建设的需要。新技术的推广应用缓慢,部分先进施工工艺因缺乏相应的技术人才及设备而不能有效地应用于工

程实践。施工工艺管理不规范,施工技术交底不到位,施工人员不能很好地理解施工工艺要求,这些问题都容易导致质量问题<sup>[2]</sup>。

## 2 道路与桥梁工程质量控制要点

### 2.1 施工准备阶段质量控制

在道路桥梁施工过程中,施工准备阶段是最基本的环节。首先,必须对施工图纸进行会审。施工单位组织技术人员认真审核施工图纸,及时发现图纸上存在的问题及错误,及时与设计院沟通解决,保证图纸的准确、完整。其次,要进行合理的施工组织设计;根据工程特点、施工条件及质量要求,制订科学合理的施工方案、施工进度计划及质量保证措施,对施工过程进行指导。最后,对原料的质量进行严格的控制。进入工地的原材料,包括水泥、钢材、砂石等,要严格检查原材料的质量证明文件和规格型号,并按照规定抽样检验,不能用不合格的原材料。

### 2.2 施工过程阶段质量控制

在道路桥梁工程施工中,施工阶段是一个非常关键的环节。加强施工过程的质量控制,施工单位应在每道工序完工后进行自检,自检合格后提交监理单位验收,通过后方可进入下一道工序。例如:在填筑过程中,对各层填料的填筑厚度、压实度及含水量进行严格控制,以保证填筑质量;建立质量控制点,重点控制重点、薄弱环节;在桥梁墩台施工过程中,以绑扎钢筋、安装模板、浇筑混凝土为主要质量控制点,加强对各个环节的质量检测与监控<sup>[3]</sup>。

### 2.3 工程验收阶段质量控制

工程验收阶段主要是对道路桥梁工程进行全面的检查。严格按照有关标准、规范进行验收,对工

工程实体质量、工程资料等进行细致检查。工程实体的质量检验主要是检查路基路面的平整度、强度和厚度,以及桥梁结构的尺寸和外观质量。工程资料审核内容主要包括施工图纸、施工记录、原材料检验报告、隐蔽工程验收记录等,以保证项目数据的真实性、完整性和准确性。对验收中发现的质量问题,要求建设单位立即整改,整改完毕后,再次验收,直到达到合格为止<sup>[4]</sup>。

### 3 道路与桥梁工程施工技术优化措施

#### 3.1 路基施工技术优化

路基是道路、桥梁的基础,其施工质量影响整个工程的稳定和耐久性。例如:针对某山区某道路工程,在施工初期,采用高含水率粘土作填料,使路基在雨季产生较大的沉降和变形。后期施工小组及时调整施工策略,采取晾晒法降低粘土含水率,掺入适量石灰改善土质。石灰在土体中与水发生化学反应,既能降低含水率,又能形成较高强度的胶结材料,从而显著提高填料的强度和稳定性。有关资料表明,对路基进行加固处理后,压实度可提高 15%~20%,使路基的质量得到有效的保证<sup>[5]</sup>。

提高压实工艺也是必不可少的。传统的压实机械对于复杂的地形和不同的土壤条件很难达到理想的压实效果。目前,先进的振动压路机得到越来越多的应用,它利用高频振动产生的激振力,对填料进行重排,有效地提高压实度。在实际施工过程中,关键在于对压实次数、压实速度的控制。一般情况下,对于如砾石这样的可渗透材料,初期压力降低(2~3 km/h),以保证材料的初期稳定性;在压实过程中,将车速提高到 4~5 km/h,增加压实次数(6~8 次),以达到设计要求的压实度;最后压紧后,用低速(2~3 km/h)将轮迹磨平,以确保表面平整。路基排水设计也应重点考虑,将路基范围内的积水及时排除。边沟、排水沟、盲沟等排水设施协同作用,使地面水和地下水快速地从路基中引出。

#### 3.2 路面施工技术优化

沥青混合料配合比设计是沥青路面施工的核心环节。不同的沥青混合料对沥青混合料性能的要求也不同。针对城市快速路建设过程中车辆频繁制动引起的车辙问题,本项目拟采用低针入度—高软化点的沥青混合料,增加集料中粗集料的比例,并加入抗车辙剂,以提高沥青混合料的抗变形性能。此外,施工工艺的改进也是不容忽视的。采用高精度摊铺机精确控制摊铺温度、摊铺速度及摊铺厚度。以某市政道路沥青路面的施

工为例,采用智能型摊铺机,实现对摊铺温度的实时监控,达到 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的目的;摊铺速度保持在 2~3 m/min 左右,以保证摊铺过程的均匀性;本项目的实施,将沥青混合料的摊铺厚度控制在 $\pm 3\text{ mm}$ 以内,使路面的平整度达到国际先进水平( $\text{IRI}=1.5\text{ m/km}$ ),有效地提高行车的舒适性和安全性。滑模摊铺机在水泥砼路面施工中的应用,是一个重大的技术突破。该设备能一次完成布料、振捣、成型和抹面等工序,比传统的施工方法提高 3~5 倍,而且路面质量更稳定。在施工过程中,混凝土配合比设计和振捣技术对保证路面质量至关重要<sup>[6]</sup>。合理控制水灰比、砂率及外加剂掺量,可获得较好的工作性能和强度;在振捣过程中,要控制振捣的时间和频率,防止过振、漏振,避免出现蜂窝麻面等病害。

#### 3.3 桥梁基础施工技术优化

桥梁地基是桥梁结构的“根基”,其施工工艺的优劣关系到桥梁的安全性和稳定性。旋挖钻机在钻孔灌注桩施工中的应用,极大地提高了钻孔的效率和质量。传统冲击钻机钻进速度较慢,易发生孔壁坍塌和孔径偏斜等缺陷。旋挖钻机采用旋转钻头切割土体,用钻杆将渣土排出孔外,钻速达到 3~5 m/h,钻孔垂直度误差小于 1/300,孔径误差小于 $\pm 50\text{ mm}$ 。在钻孔过程中,钻孔垂直度及孔径的实时监测非常重要,安装于钻机上的传感器及时发现并修正钻孔的偏差,避免塌孔、缩颈等现象<sup>[7]</sup>。

为保证混凝土的连续、致密,桩基采用导管法浇筑。为防止混凝土浇筑时渗漏,在浇筑前,必须对导管进行水密试验。在浇筑过程中,导管底应埋入混凝土表面 1~3 m 处,随混凝土持续浇筑,逐步抬高导管高度,以确保混凝土能平稳上升。在大直径桩基中,采用二次清孔技术可有效地清除孔底沉渣,提高桩基承载力,是一种行之有效的方法。研究结果表明,采用二次清孔工艺使桩基承载力提高 10%~15%。

#### 3.4 桥梁上部结构施工技术优化

桥梁上部结构施工工艺优化对提高施工效率和结构工作性能具有重要意义。采用预制拼装技术,实现桥梁施工的工厂化和装配化。预制场梁体标准化生产,不断优化模板设计及制造工艺,采用高精度钢模板及先进振捣设备,梁体外观质量可达到镜面效果,尺寸精度误差控制在 $\pm 2\text{ mm}$ 以内。预制梁运至工地后,由大型吊装设备组装,与传统的现浇施工相比,可缩短现场施工时间 50%以上,且施工难度降低,安全可靠。采用移动模架法进行现浇梁施工,效率高。该工艺采用在

桥墩两侧设置移动模架,并随施工进度不断向前推进,从而实现连续浇筑梁。以某高架桥现浇梁为例,采用移动模架法,每7天一跨梁浇筑一跨,效率高达40%。在施工期间,为保证桥梁的外形和受力性能,必须对桥梁上部结构进行线形控制<sup>[8]</sup>。采用全站仪、GPS等先进测量设备,并结合BIM技术,实时监控和调整梁体轴线,保证其线形满足设计要求,误差不超过 $\pm 10$  mm。

## 4 高速公路路基路面工程案例

### 4.1 工程概况

某高速公路全长128 km,设计时速120 km,路基宽度为34.5 m,为双向6车道。本项目穿越平原丘陵交错区,地形复杂,部分路段为软土地基,施工难度大;同时,沿线地区气候多变,夏季多雨、冬季寒冷、干冷,给路面施工质量控制带来很大困难。项目总投资86亿元,建设周期为3年,其中路基与路面是整个工程的核心,影响着整个高速公路的使用寿命。

### 4.2 质量控制及技术优化措施

在质量控制方面,在施工准备阶段,组织3次会审施工图纸,发现和解决27个设计问题,保证图纸的正确性。在原材料方面,严格执行检验制度,对进场的126 000吨水泥,83 000吨钢材,568 000 m<sup>3</sup>砂石等原材料按规范要求抽样检验,每批都要检查一次,杜绝不合格材料流入工地。在此基础上,编制详细的施工组织设计方案,对各个工序的施工工艺及质量标准进行详细的阐述。

在施工过程中,制定一套严格的过程质量监控系统。以路基填筑为例,严格控制每层厚度30 cm以内,根据试验路段的实际情况,确定8~10遍的最优压实次数,用振动压路机压实,实时监测压实度、含水量,保证压实度不小于96%。在施工过程中,沥青混合料摊铺温度为160~170℃,摊铺速度为2~3 m/min,每铺完1 km,及时检测路面平整度,及时调整。

在施工工艺优化方面,采用透水性好、强度高的砂砾料作为路基填料,对于含水量超标的填料,采用晾晒加5%石灰的方法处理,总填土量达185 000 m<sup>3</sup>。在路面施工过程中,通过在沥青混合料中添加10%的胶粉改性剂,使其高温稳定性提高20%,低温抗裂性提高15%。同时,采用高精度ABG8620摊铺机,使路面平整度标准偏差从1.8 mm降到0.8 mm。

### 4.3 实施效果

通过严格的质量管理,优化施工工艺,使高速公路路基路面工程取得明显的效果。路基压实度均达到标准,

平均压实度达97.2%,比设计指标提高1.2%;软土路基段沉降控制在15 mm以内,小于规范规定的30 mm。结果表明,该路面的平均平整度标准偏差为0.75 mm,较传统的路面平整度提高58.3%。路面抗滑性能系数(摆值)平均为75,满足雨天高速行驶的安全性要求。

从工程质量检验结果看,路基、路面的各项指标合格率达100%,优良率达92%,其中以路基、路面为例,设计合理、施工方便。该项目比预计的时间提前两个月完工,节约建设费用4 200万元,并且在通车后的3年里,路面没有出现明显的裂缝和车辙等病害,有效地延长了道路的使用寿命,极大地减少了后期养护费用,为地区经济发展提供了可靠的交通保证,同时也为同类型的高速公路路基路面工程建设提供了可借鉴的成功经验。

## 5 结束语

道路桥梁工程施工质量控制与施工工艺优化是保证工程质量与安全的关键。从施工准备、施工及验收三个阶段严格控制质量,优化路基、路面、桥梁基础及上部结构的施工工艺,可有效提升道路桥梁工程质量。施工单位要增强质量意识,加强质量监督,积极推广新技术和新工艺,对施工工艺进行持续优化,保证道路和桥梁工程的质量达到标准,促进我国交通事业的发展。同时,随着科学技术的不断进步以及工程施工经验的不断积累,我国公路桥梁工程的质量控制与施工技术仍需不断地创新与改进,才能满足未来交通发展的需要。

## 参考文献:

- [1] 涂德军.道路桥梁工程中预应力施工技术的应用与优化[J].现代交通与路桥建设,2024,03(04):225-227.
- [2] 罗锐,张良隆.市政道路桥梁施工技术及其质量控制探究[J].门窗,2024(12):184-186.
- [3] 李来东,赵海洋.市政道路桥梁工程施工技术应用及质量控制策略分析[J].运输经理世界,2025(05):107-109.
- [4] 杨海龙,肖威.初探道路与桥梁施工技术与质量控制对策[J].数字化用户,2024(09):41-42.
- [5] 陈曦.市政道路桥梁工程施工技术与质量控制[J].建材与装饰,2023,19(20):130-132.
- [6] 焦鹏.道路与桥梁工程施工技术重难点分析[J].中国哈尔滨经济贸易洽谈会会刊,2023(02):48-49.
- [7] 姬俊慧,张晓燕.道路桥梁施工中桩基施工技术与质量控制[J].汽车周刊,2024(12):123-125.
- [8] 李鹏飞.道路与桥梁沥青砼路面平整度施工技术的质